©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Untersuchungen über die Schwingungsform der Stimmbänder bei den verschiedenen Gesangsregistern

von

Dr. **L. Réthi,**

Privatdocenten für Laryngologie und Rhinologie an der k. k. Universität in Wien.

Aus dem physiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

In einer am 9. Juli 1896 der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Arbeit[1] habe ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Schwingungsform der Stimmbänder beim Falsett bekannt gegeben. Jene Untersuchungen habe ich an künstlichen, ferner an todten menschlichen Kehlköpfen und mittels des Kehlkopfspiegels am Lebenden vorgenommen, während die folgenden Untersuchungen über die anderen Gesangsregister ausschliesslich am Lebenden ausgeführt wurden.

Alle diese Versuche habe ich mit der stroboskopischen Methode gemacht und führe ich über die Art der Untersuchung aus meiner vorerwähnten Arbeit Folgendes an: »Als Lichtquelle benützte ich eine elektrische Bogenlampe mit starker Sammellinse« »Die stroboskopische Scheibe stellte ich zwischen Lichtquelle und Reflector« »Dieselbe hatte einen Durchmesser von 30 *cm* und war am Rande mit 40 Bohrlöchern von je 0·5 *cm* Durchmesser versehen; sie wurde mittelst eines Heissluftmotors in Bewegung gesetzt.« »Die Geschwindigkeit wurde theils durch Auflegen des Transmissionsriemens auf

---

[1] L. Réthi. Experimentelle Untersuchungen über den Schwingungstypus und den Mechanismus der Stimmbänder bei der Falsettstimme. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Mathemat. naturw. Classe. Bd. CV. Abth. III. Juli 1896.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

verschieden grosse Scheiben des Motors, theils durch Windflügel regulirt.«

»Das Licht fiel also intermittirend auf den Reflector des Kehlkopfspiegels auf, was bequemer ist, als das Object intermittirend zu verdecken. In der Höhe der Löcher war senkrecht auf die stroboskopische Scheibe ein Rohr angebracht, das mit einer Wasserpumpe in Verbindung stand, so dass beim Durchtreiben der Luft durch rasche und abwechselnde Unterbrechung des Luftstromes ein Ton entstand, also die Scheibe zugleich als Sirene diente.«

»Bei der laryngoskopischen Untersuchung singt der Untersuchte den Ton der Sirene nach oder letztere wird nach dem gesungenen Ton regulirt und wenn der Ton genau getroffen wird, so ist das Stimmband in der jeweiligen Ruheposition zu sehen, was aber nur für Secunden zu erreichen war; ist eine geringe Differenz in der Höhe zwischen dem gesungenen Ton und dem der Sirene vorhanden, so sieht man dasselbe in langsamer Bewegung.«

Ich habe nun weitere Untersuchungen mit dem Stroboskop bei der laryngoskopischen Untersuchung von Sängern und Sängerinnen vorgenommen und den Vibrationsmodus der Stimmbänder bei den verschiedenen Registern studirt.

Man nimmt gewöhnlich drei Gesangsregister an, ein Brust-, ein Mittelregister — beim Manne voix mixte — und ein Kopf- oder Falsettregister; manche bezeichnen das Mittelregister als Falsettregister. Man unterscheidet auch Unterabtheilungen: tiefes und hohes Brustregister, tiefes und hohes Falsettregister. Die Männer benützen in der Regel oder hauptsächlich die zwei unteren, die Frauen die zwei oberen Register. (S. u. A. Jul. Stockhausen, Gesangsmethode. Peters. Leipzig.)

Meine Beobachtungen waren darauf gerichtet, bei den verschiedenen Registern charakteristische Merkmale für den Schwingungstypus der Stimmbänder aufzufinden, um auf Grund derselben eine systematische Eintheilung zu ermöglichen.

Was vorerst das Falsettregister betrifft, so fand ich bei meinen obenerwähnten Untersuchungen, dass bei demselben keine Knotenlinie vorhanden ist, wie dies zuerst von Oertel angegeben und später von Koschlakoff bestätigt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wurde, d. h. dass keine sagittale Ruhelinie entsteht, von der nach innen und nach aussen eine Bewegung in entgegengesetztem Sinne stattfindet, sondern dass an der oberen Fläche der Stimmbänder Wellen von innen nach aussen ablaufen. Man sieht, wenn der Ton der Sirene genau nachgesungen wird,[1] »den freien Rand des Stimmbandes nach aufwärts schwingen, dann rückt die Schärfe dieses Randes als Kante nach aussen, während der freie Rand wieder abwärts geht und diese Kante läuft, indem sie allmälig verstreicht, eine kurze Strecke weit lateralwärts ab«; aussen verliert sie sich in der Gegend des äusseren Randes des M. thyreo-arytaenoideus int. Hiebei hat sich auch gezeigt, dass die Wellen nicht immer parallel dem freien Rande verlaufen, sondern sehr oft mit demselben einen nach vorne offenen Winkel einschliessen, d. h. an der vorderen Commissur beginnend von vorne innen nach hinten aussen verlaufen.

Beim Mittelregister zeigte sich nun, dass ein ziemlich breiter Antheil des Stimmbandes schwingt, breiter als beim Falsett; das Stimmband ist flach und was wesentlich ist, es laufen Wellen ab, wie ich sie beim oberen, dem Kopfregister beschrieben habe.

Im Bezug auf das Register der Bruststimme hatten die Untersuchungen an Leichenkehlköpfen schon lange wahrscheinlich gemacht und ist später nach Erfindung des Kehlkopfspiegels bestätigt worden, dass eine breitere Zone des Stimmbandes in Schwingungen geräth, als bei der Falsettstimme. Dabei stellte man sich berechtigter Weise vor, dass die freien Ränder der Stimmbänder nach auf- und abwärts schwingen, wobei eine abwechselnde Erweiterung und Verengerung der Stimmritze eintritt.

Die Überprüfung dieser Vorstellungen mittels der laryngostroboskopischen Methode ergab mir die Richtigkeit derselben, die vibrirende Zone des Stimmbandes ist viel breiter, als beim Falsettregister und auch breiter als beim Mittelregister, doch fiel mir auf, dass die Erweiterung und Verengerung der Stimmritze die von mir und wohl auch von anderen nach den vorgenannten Erfahrungen gehegten Erwartungen weit übertraf.

[1] L. c. S. 206.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bei der Langsamkeit, mit der die Bewegung stroboskopisch zu sehen ist, bemerkt man leicht, dass die Weite der Stimmritze bei den tiefen Tönen des Mannes von Null bis zu einem oder anderthalb Millimeter wechselt. Es ist nicht zu entscheiden, ob der Verschluss wirklich ein vollkommener ist, oder ein unbemerklich schmaler Spalt übrig bleibt, da natürlich eine Trennungslinie zwischen den Stimmbändern immer zu sehen ist. Doch erscheint die Trennung durch eine Linie gegeben.

Dass die Elongation der Schwingungen ohne stroboskopische Beobachtung leicht unterschätzt wird, ergibt sich aus der Form der Schwingungen und den Eigenthümlichkeiten unseres Sehens bei intermittirender Beleuchtung. Ebenso einleuchtend ist, dass die Spiegeluntersuchung des Kehlkopfes mit oder ohne Stroboskop kein sicheres Urtheil über die Bewegungen des Stimmbandes nach oben und unten gestattet. Man kann hier nur indirect aus den scheinbaren Verschiebungen in der Horizontalebene und etwa aus der Wanderung von Reflexen einen Schluss ziehen. Dieser muss natürlich dahin gehen, dass die seitlichen Verschiebungen eines Randpunktes des Stimmbandes wesentlich als die horizontale Projection der bogenförmigen Bewegung in einer Verticalebene aufzufassen ist.

Ferner sieht man beim Brustregister, dass in der Mitte der Stimmbänder, der Länge nach eine dem freien Rande mehr oder weniger parallele leichte cylindrische Vorwölbung, d. h. eine Verdickung des Stimmbandes entsteht. Haben ja J. Müller und später Lermoyez,[1] indem sie die Stimmbänder eines todten menschlichen Kehlkopfes durch seitlichen Druck mit einer Pinzette oder zwei Skalpellstielen, beziehungsweise einer T-förmigen Zange dicker machten, beim Anblasen stets einen Brustton erzeugen können.

Schliesslich sieht man beim Brustton an der Oberfläche der Stimmbänder ein feines Flimmern, also eine Bewegung aperiodischer Natur; es müsste sich sonst das Bild bei der stroboskopischen Betrachtung anders verhalten.

Wellen sind beim Brustregister nicht vorhanden.

---

[1] Lermoyez, Etude expérimentale sur la phonation. Paris, O'Doin 1886.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Somit haben die benachbarten Gesangsregister miteinander gewisse Merkmale gemeinsam und zwar haben Brust- und Mittelregister das Gemeinsame, dass ein relativ breiter Stimmbandantheil schwingt und das Mittel- und Kopfregister, dass bei Beiden Wellen vorhanden sind; ein qualitativer Unterschied jedoch, bei dem das charakteristische Merkmal in dem Auftreten von Wellen besteht, ist nur zwischen dem Brustregister einerseits und den beiden oberen Registern andererseits vorhanden. Von diesem, das Wesen bei der Entstehung und dem Mechanismus der Register beleuchtenden Standpunkte betrachtet, gehören demnach Mittel- und Kopfregister zusammen.

Bemerkt soll noch werden, dass zur Vergleichung der verschiedenen Register die Bilder bei den mittleren Tönen derselben benützt wurden.

Es ist wahrscheinlich, dass beim Brustregister unter Anderem die M. thyreo-arytaenoidei sich in energischer Action befinden, dagegen der M. crico-thyreoideus relativ unthätig ist, so dass eine wirkliche Contraction des M. vocalis, eine Annäherung der Muskelenden und ein Dickerwerden des Stimmbandes zustande kommen kann, während beim Falsett der M. vocalis — wie ich seinerzeit[1] ausgeführt habe — sich zwar auch in Action befindet, aber von dem sich contrahirenden und viel stärkeren M. crico-thyreoideus überwunden wird.

Nach den Ergebnissen dieser experimentellen Untersuchungen über den Schwingungstypus der Stimmbänder bei verschiedenen Gesangsregistern haben demnach das Brust- und Mittelregister das Gemeinsame, dass eine verhältnissmässig breite Zone des Stimmbandes schwingt, und das Mittel- und Kopfregister, dass bei beiden Wellen ablaufen. Die beiden letzteren würden nach dem Vorhandensein dieses charakteristischen Merkmals zusammengehören und diese einerseits und das Brustregister andererseits unterscheiden sich nicht nur dem Gehör nach, sondern bei der laryngostroboskopischen Untersuchung auch für das Auge durch die Falsettwellen scharf von einander.

[1] L. c. S. 209.